

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma / Koneautomaatio

Perttu Isomäki

ON- SITE-TYÖSTÖKONE

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ISOMÄKI, PERTTU	On-site-työstökone
Opinnäytetyö	30 sivua + 5 liitesivua
Työn ohjaajat	Lehtori Ilkka Estlander Varatoimitusjohtaja Mari Suomalainen
Toimeksiantaja	Myllykosken Asennuspalvelu Oy
Huhtikuu 2010	
Avainsanat	on-site, työstökone, kunnossapito, jysintä

Tämä opinnäytetyö on laadittu Myllykosken Asennuspalvelu Oy:n toimeksiannosta. Työn tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa on-site-työstökone yrityksen tarpeisiin. Laitteella on tarkoitus suorittaa tasoajrsintää laitosympäristössä. Tavoitteena on laajentaa yrityksen palvelutarjontaa ja parantaa kilpailukykyä.

Työssä on tutkittu on-site-menetelmien aiheuttamia vaatimuksia työstökoneen suunnittelussa. Vaatimuksia on kartoitettu tutkimalla työympäristön ja työn suoritustavan erityispiirteitä. Tietoa on kerätty tutkimalla käytössä olevien laitteiden ominaisuuksia ja haastatteleamalla alalla työskenteleviä ammattilaisia. Käytännön tietoa on kerätty rakentamalla on-site-työstöön soveltuva laite.

Työn aikana rakennettu ja suunniteltu laite on testien perusteella valmis kokeiltavaksi oikeassa työympäristössä. Laite on koekäytetty, ja sen on todettu soveltuvan tasoajrsintään. Laitetta voidaan käyttää myös urien jysintään, poraukseen ja kevyeen avarukseen. Prototyypin rakentamisella on saatu kerättyä paljon arvokasta tietoa yrityksen käyttöön. Yksinkertaisen rakenteen johdosta laite on helposti muokattavissa lisäkehitystä varten, tai sen eri osia voidaan käyttää muissa kokoonpanoissa.

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Mechanical and Production Engineering

ISOMÄKI, PERTTU

On-Site Machining device

Bachelor's Thesis

30 pages + 5 pages of appendices

Supervisors

Ilkka Estlander, Principal Lecturer

Mari Suomalainen, Deputy Managing Director

Commissioned by

Myllykosken Asennuspalvelu Oy

March 2010

Keywords

on-site, machining, maintenance, milling

The purpose of this work was to design and manufacture an on-site machining device for the Myllykosken Asennuspalvelu Oy. The device was intended to perform face milling in an industrial environment, which in turn would improve the company's service capabilities and competitiveness.

The thesis explores design requirements pertaining to on-site machining. Knowledge of these requirements was gathered by studying special characteristics of on-site working methods. Information was also obtained by interviewing on-site professionals and examining their equipment. Practical knowledge was gained by building and testing a prototype.

The test results were promising: the prototype functioned well and can be used in a real working environment. By building this prototype, Myllykosken Asennuspalvelu Oy gained valuable information about on-site machining. The device can be used for face milling, groove milling, drilling and light boring.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
1.1	Työn tavoitteet	6
1.2	Yrityksen esittely	6
2	ON –SITE-KONEISTUS	7
2.1	Johdatus aiheeseen	7
2.2	Esimerkkejä erilaisista työstölaitteista ja käyttökohteista	7
3	LAITTEEN OMINAISUUKSIEN MÄÄRITTELY	10
3.1	Suunnittelun lähtökohdat	10
3.1.1	Työstön aiheuttamat vaatimukset suunnittelussa	10
3.1.2	Laitteen käytön ja työkohteen asettamat vaatimukset	12
3.1.3	Muut vaatimukset	13
3.2	Laitteen peruskonstruktion määrittely	13
4	RAKENTEIDEN TOTEUTUS	14
4.1	Yleiskuva laitteesta	14
4.2	Runko	15
4.2.1	Runkopalkki	15
4.2.2	Pääjohde ja johdekelkka	15
4.2.3	Syöttöruuvi ja koneisto	15
4.3	Apurunko	16
4.3.1	Pystyjohde	17
4.3.2	Kara- ja laakerointiyksikkö	17
4.4	Hydrauliikkamoottori	18
4.4.1	Hihnakäyttö	18
4.4.2	Hydrauliikkakoneikko	18
5	KÄYTTÖ JA TOIMINTA	19

5.1 Toimintamalli	19
5.2 Kiinnitys	19
5.3 Laitteen käyttö	20
5.4 Laitteen koekäyttö	20
6 YHTEENVETO	22
6.1 Suunnitelmien toteutuminen	22
6.2 Laitteen mahdollinen lisäkehitys	23
LÄHTEET	24
LIITTEET	
Liite 1. Kuulajohteen teknisiä tietoja	
Liite 2. Teknisiä piirustuksia	

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja valmistaa on-site-jyrsinkone Myllykosken asennuspalvelu Oy:lle. Yrityksen kunnossapito tarjontaan kuuluu keskeisesti asennusmittaukset sekä erilaisten pumppujen, moottorien ja vaihteisto kokonaisuuksien korkomittaukset ja linjaukset. Ajoittain asennus- ja kunnossapitokohteissa tulee eteen tilanne, jossa esimerkiksi sähkömoottorin peti on siirtynyt pois paikaltaan perustuksissa tapahtuneiden muutoksien takia tai esimerkiksi jokin vaihteisto vaihdetaan malliltaan erityyppiseksi. Näissä tapauksissa laitteita ei pystytä asentamaan oikeille paikoilleen poistamatta materiaalia peruslaatasta. Koska peruslaattaa ei voida irrottaa, on se koneistettava paikan päällä. Tähän tarkoitukseen päätettiin rakentaa tarvittava jyrsinkone. Jyrsinkoneen pääkäyttötarkoitus on moottori-, vaihteisto- ja pumppujen jyrsintä. Laite soveltuu suoraan myös muuhunkin tasojyrsintään. Pääkäyttötarkoitukseen lisäksi suunnittelun lähtökohtina oli laitteen muunneltavuus muuhunkin työstöön. Esimerkiksi poraukseen, avarrukseen ja urien jyrsintään. Muista ominaisuuksista tärkeinä suunnittelussa pidettiin tukevuutta, värinätöntä ja suhteellisen yksinkertaista toteutusta. Koska tämänkaltaisen laite on aina prototyyppi, on suunnittelussa myös yritetty ottaa huomioon mahdollisen lisäkehityksen vaatimia seikkoja.

1.2 Yrityksen esittely

Myllykosken Asennuspalvelu Oy on vuonna 1992 perustettu teollisuuden kunnossapitopalveluja tarjoava yritys. Pääasiakkaita ovat paperi- ja sellutehtaat, voimalaitokset sekä muut prosessiteollisuuden tuotantolaitokset. Noin 20 henkilöä työllistävän yrityksen päätoimialana on mekaaniset kunnossapito- ja huoltotyöt, koneenrakennus sekä teräsrakenteiden, painelaitteiden ja putkistojen valmistus. Myllykosken Asennuspalvelu Oy:n toimipiste sijaitsee Keltakankaalla Kouvolassa, joka on keskeisellä paikalla Kaakkois-Suomen monipuolista teollisuustoimintaa. Toimipisteessä on n. 500 m²:n konepaja, sekä n. 170 m²:n toimisto- ja sosiaalitilat. Konepajalla tehdään laitehuoltoja ja koneistustöitä, sekä teräsrakenteiden ja painelaitteiden valmistusta. Valtaosa töistä kuitenkin painottuu tilaajan tiloissa tehtäviin asennus- ja kunnostustöihin eri puolilla Suomea. (1.)

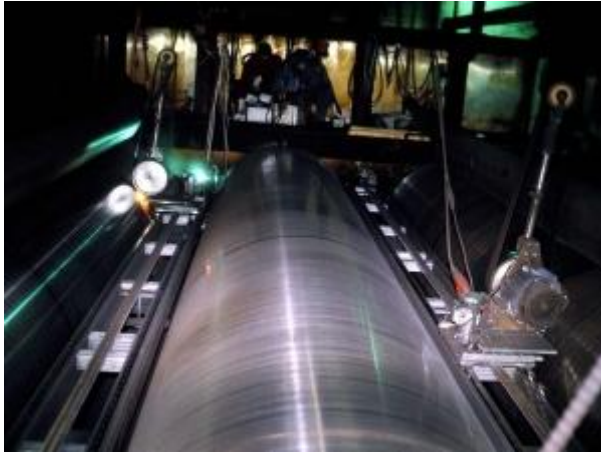
2 ON –SITE-KONEISTUS

2.1 Johdatus aiheeseen

On-site-termi tarkoittaa ”kentällä” tapahtuvaa asiaa, tässä tapauksessa koneistamista teollisuusympäristössä. Joidenkin laitteiden kunnossapidossa törmätään ajoittain ongelmaan, että jotakin laitteen osaa pitäisi koneistaa, mutta osaa on joko mahdoton siirtää konepajalle tai sitten sen koneistamisella paikan päällä saavutetaan merkittävää etua tavanomaiseen työtapaan verrattuna. Tällainen laite voi olla esimerkiksi paperikoneen tela tai kuivaussylinteri, jotkin kiinteästi paikalleen asennetut kohteet, kuten moottorien ja pumppujen peruslaatat, vaikeasti siirreltävät laitteet, kuten suuret työkooneet tai laivat. Kunnossapitoon liittyvät työt ovatkin on-site-koneistuksen pääkäyttökohteita, mutta menetelmiä käytetään myös uusien rakenteiden valmistamisessa. Esimerkkinä laivan ruoripotkurin kiinnitysreikien koneistus, jossa hitsatun levyrakenteen esivalmistellut reiät avarretaan vaadittuun mittatarkkuuteen. Yleisesti on-site-koneistus tarjoaa vaihtoehtoisen toteutustavan perinteisen konepajalla tapahtuvan koneistuksen rinnalle. Menetelmällä voidaankin saavuttaa selvää taloudellista hyötyä lyhentyneiden seisokkiaikojen ja prosessikatkosten myötä. Paikan päällä tapahtuvaa työstöä tarjoava yritys voi saavuttaa myös kilpailuetua muihin kunnossapitoa tarjoaviin yrityksiin nähden.

2.2 Esimerkkejä erilaisista työstölaitteista ja käyttökohteista

Suomessa alan yksi yleisimmistä työkohteista on paperikoneiden telojen ja kuivaussylinterien koneistukset. Kuivaussylinterin työstössä on-site-menetelmä on ehkä ainoa käytännöllinen tapa saada useita kuivaussylintereitä työstetyksi lyhyessä kunnossapitoseisokissa. Palvelua tarjoaakin Suomessa useampi yritys, joiden menetelmät ovat kehittyneet tehokkaiksi vuosien kokemuksen myötä. Menetelmillä on mahdollista hioa ja/tai pinnoittaa useita kuivaussylintereitä muutaman vuorokauden seisokissa.



Kuva 1. Usean kuivaussylinterin hiontaa samanaikaisesti. (2.)

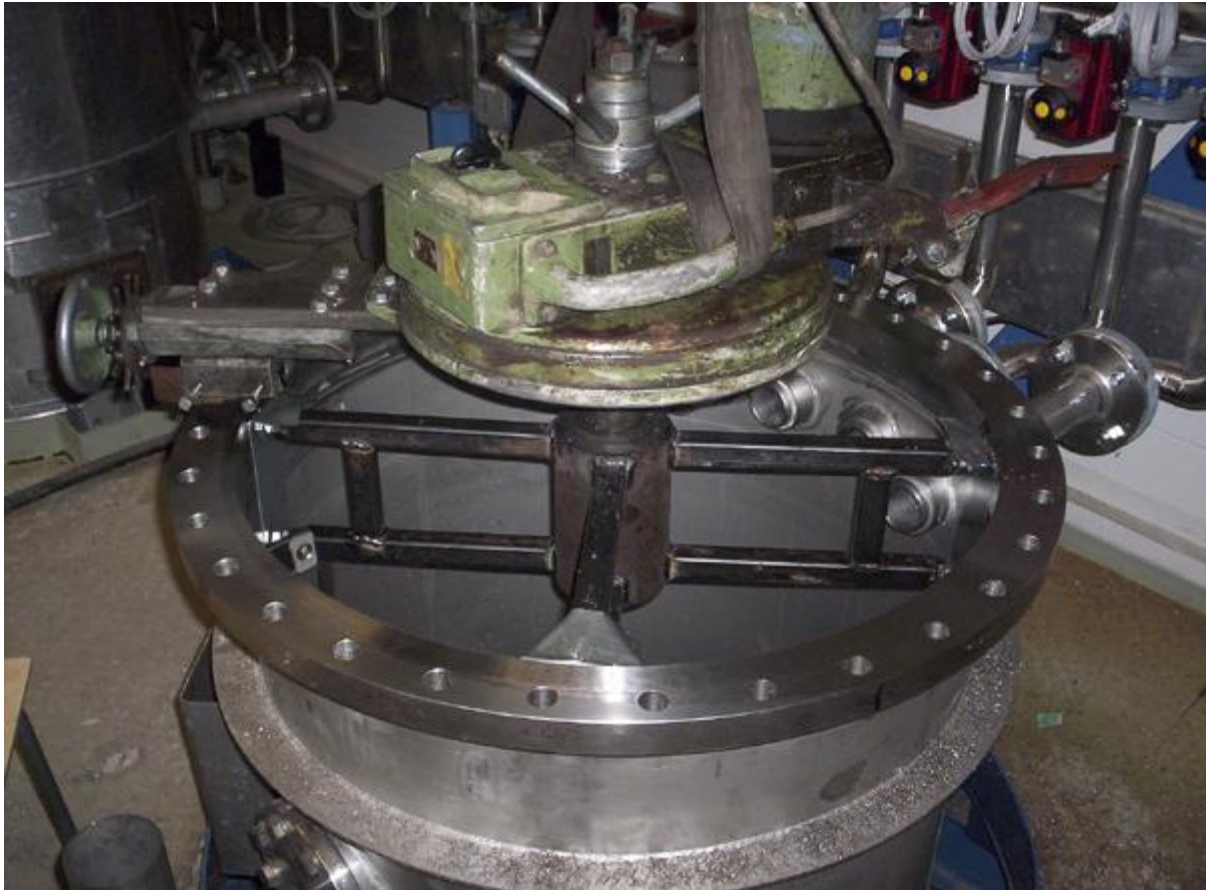
Eräs yleinen työkohde on jonkin laitteen akseli, joka on kulunut tai katkennut. Tämänkaltaiset laitteet ovat usein vaikeissa paikoissa, niiden siirtäminen on vaikeaa tai niiden poistaminen koneesta vaatii pitkän kunnossapitoseisokin. Näitä laitteita ovat esimerkiksi ruuvikuljettimien akselit paperi- ja massateollisuudessa.



Kuva 2. Akselin sorvausta. Akseli on ensin korjattu termisellä ruiskutuksella, jonka jälkeen se koneistetaan oikeisiin mittoihin. (3.)

Muualla maailmalla alan suuri työllistäjä on petrokemian teollisuus, jossa putkistojen suurien käyttöpaineiden ja tiiveysvaatimusten takia putkistojen laippaliitoksia koneistetaan tarkoitukseen kehitetyllä laippasorvilla. Kuvassa 3 Kymen teollisuuskoneistus

Oy:n valmistamalla laitteella sorvataan massaputken laippaa. Laippasorvi on kotimaista tekoa. Kymen teollisuuskoneistus Oy lukeutuu kymenlaakson on-site-koneistuksen pioneereihin. (3.)



Kuva 3. Massaputken laippapinnan työstöä. (3.)

3 LAITTEEN OMINAISUUKSIEN MÄÄRITTELY

3.1 Suunnittelun lähtökohdat

Koska tarkoituksena on suunnitella ja valmistaa jyrsinkone, on suunnittelun vaatimuksia tarkasteltava jyrsinän näkökulmasta. Suunnittelun kohteena olevalla laitteella on tarkoitus suorittaa tasojyrsintää, joka suoritetaan otsajyrsintänä. Myös laitteen käytettävyyteen ja käyttöön liittyvät asiat on otettava huomioon. Tämän lisäksi laitteen käyttöympäristö asettaa omat vaatimuksensa. Seuraavissa osioissa tarkastelen ja kartoitan laitteen suunnittelussa huomioon otettavia asioita.

Kirjoitettu tieto on-site-menetelmistä on hyvin rajallista. Käytänkin työssä apuna omia havaintoja ja kokemuksia teollisuuden kunnossapidosta ja koneistustyöstä. Olen myös kerännyt pohjatietoa tutkimalla käytössä olevia laitteita ja haastattelemalla alan ammattihenkilöitä. (4; 5)

3.1.1 Työstön aiheuttamat vaatimukset suunnittelussa

Otsajyrsintä on yleisin tapa jyrsiä tasomaisia pintoja. Otsajyrsinnässä käytetään yleensä teräpäätä, jossa lastuavat teräpalat on sijoitettu teräpään lieriö- ja otsapinnalle. Jyrsittäessä lieriö puolen teräsärmät poistavat suurimmanosan materiaalista ja otsapinnan teräsärmät viimeistelevät pinnan. Lastuavan työstönperiaatteisiin ja teoriaan perustuvat tiedot ovat peräisin alan kirjallisuudesta. (6.)



Kuva 4. Tyypillisiä otsajyrsimiä. (7.)

Jyrsittäessä teräsärmä pyrkii irrottamaan materiaalia työkappaleesta. Teräsärmän lastuavaa liikettä vastustavia tekijöitä ovat mm. materiaalin ominaislastuamisvoima, teräsärmän geometria ja lastun poikkipinta-ala. Näistä tekijöistä syntyy kuormitus teräsärmään, josta se siirtyy teräpäähän välityksellä koneen runkoon. Otsajyrsinnässä teräsärmä koskettaa materiaalia jaksoittain, jolloin syntyy vaihteleva kuormitus. Kuormituksen tyypistä johtuen rakenteisiin pyrkii helposti syntymään värinää. Värinän estäminen onkin yksi suurimmista ongelmista.

Karan pyörintäliike on luonnollisesti jysynnän perusedellytys. Karan pyörintänopeutta tulisi myös voida muuttaa, jotta saataisiin oikea pyörimisnopeus joka tilanteeseen. Myös syöttöliikkeen aikaan saaminen on perusedellytys. Jysynnässä syötön oikea nopeus ja tasaisuus on tärkeää.

Työstön kannalta tärkeitä asioita, jotka tulisi ottaa huomioon suunnittelussa:

- Johteiden rakenne

- Teräpäätä pitää pystyä liikuttamaan suoraviivaisesti ja tasaisesti.

- Johteiden tulee olla mekaanisesti soveltuvat ko. laitteeseen.

- Karan pyörintänopeus

- Lastuamisnopeus määräytyy työkalun ja materiaalin mukaan. Tämän takia karan pyörimisnopeutta pitäisi pystyä muuttamaan tarpeen vaatiessa.

- Riittävä vääntömomentti/teho.

- Pyörintäsuunnan vaihto.

- Värinättömyys ja tukevuus.

- Jos laite ei ole tarpeeksi tukeva se värisee. Värinä rikkoo työkaluja ja johtaa huonoon pinnanlaatuun.

3.1.2 Laitteen käytön ja työkohteen asettamat vaatimukset

Laitteen pääkäyttökohteet tulevat olemaan teollisuuslaitoksissa tai muissa kohteissa, joissa liikkuminen voi olla usein vaikeaa. Työkohteeseen voi esimerkiksi sijaita vaikeassa paikassa teollisuuslaitteiden lomassa, tai jo pelkkä työkohteeseen pääsy voi edellyttää liikkumista ja tavaroiden kantamista portaita tai telineitä pitkin. Nämä seikat pitää ottaa huomioon laitetta suunniteltaessa. Myös laitteen käytön pitäisi olla suhteellisen vaivatonta. Käyttöön liittyviin asioihin kuuluvat mm. laitteen asennus käyttövalmiiksi, itse jyrsinän suorittaminen ja mahdollinen työkalun vaihto.

Suunnittelussa huomioitavia asioita:

- Fyysinen rakenne

- Laite tulisi pystyä siirtämään työkohteeseen tarpeen vaatiessa lihasvoimalla.
- Laitteen pitäisi mahtua ahtaisiin paikkoihin.
- Asennuksen työkohteeseen pitäisi olla suhteellisen nopeaa ja onnistua monenlaisiin kohteisiin.

- Käyttö yleisesti

- Laitteella työskentelyn pitää olla turvallista käyttäjälle.
- Laitteen käyttämisen pitäisi olla melko yksinkertaista.
- Eri toimintojen pitää vastata suoraviivaisesti käyttäjän antamaan impulssiin.
- Työkalun vaihtamisen pitää olla helppoa.
- On oltava mahdollisuus käyttää standardisoituja työkaluja.
- On oltava mahdollisuus automaattiseen syöttöliikkeeseen.

3.1.3 Muut vaatimukset

Laitteelle voidaan asettaa vielä muitakin vaatimuksia kuin jo kuvatut asiat. Nämä ominaisuudet ovat kuitenkin toissijaisia verrattuna pääkäytön vaatimuksille. Myös niiden toteutus tapahtuu vain, jos laitteen perustoiminnot eivät siitä kärsi. Suunnittelussa nämä asiat on kuitenkin hyvä ottaa huomioon.

Huomioitavia asioita:

- Laitteen käyttö muuhun kuin otsajyrsintään (Mm. poraus, avaus ja muu jyrsintä.)
- Mahdollisen jatkokehittelyn huomioon ottaminen suunnittelussa.
- Mahdollisuus käyttää laitteen johderakennetta tai muita osia joissakin muissa työstö-laitteissa.

3.2 Laitteen peruskonstruktion määrittely

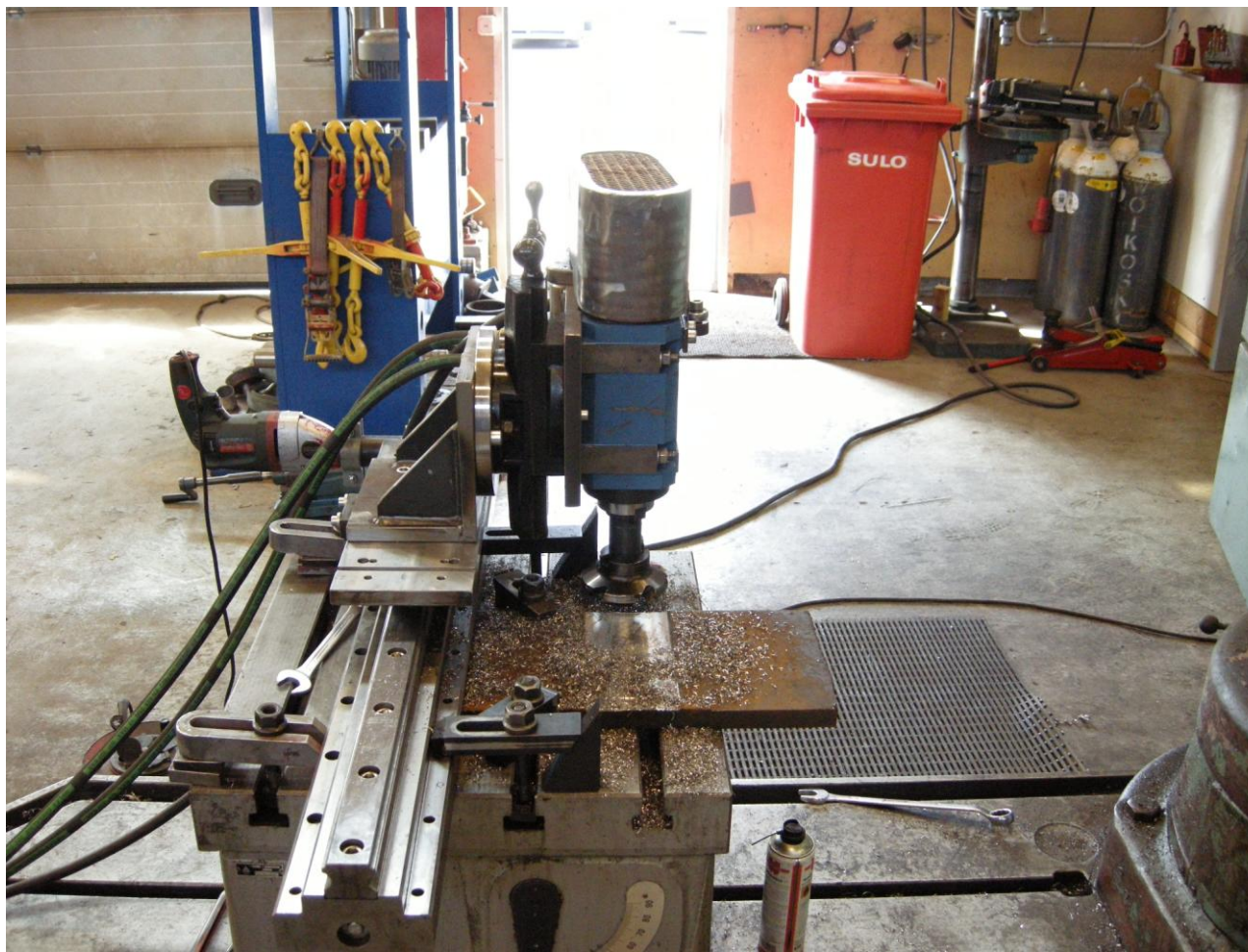
Jyrsinnän toteutus aiheuttaa tiettyjä perusvaatimuksia laitteen rakenteelle. Jotta laite pystyisi lastuamaan materiaalia, on joko työkappaleen liikuttava terään nähden tai terän liikuttava työkappaleeseen nähden. Tässä tapauksessa ainoa tapa on liikuttaa terää työkappaleeseen nähden, koska työkappale on kiinteästi kiinnitetty. Koska moottori ja voimansiirto on kiinteästi kytketty teräpäähän, on niiden seurattava teräpäähän mukana. Nämä seikat määrittävät suurelta osin laitteen peruskonstruktion.

Pohdinnan jälkeen käyttövoimaksi valittiin hydraulikka. Hydrauliikkamoottorin etuja sähkömoottoriin on keveys, pieni koko ja pyörimisnopeuden portaaton säätö. Päätöksen vaikutti myös osin se, että yrityksellä oli jo valmiiksi käytössä tarkoitukseen sopivia laitteita. Johteiden ja karan rakenteeksi valitsin valmiita kokonaisuuksia. Näin pyrin pitämään rakenteen mahdollisimman kompaktina. Jotkin osat ovat myös taloudellisesti ostaa valmiina kuin tehdä itse. Laitteen johderakenne määräytyy paljolti sen mukaan, että rakenne pitää olla mahdollisimman yksinkertainen.

4 RAKENTEIDEN TOTEUTUS

4.1 Yleiskuva laitteesta

Laitteen perusrakenne nähdään kuvasta 5. Runkopalkki, johon on kiinnitetty kuula-johde, muodostaa koneen rungon. Kuulajohteeseen kiinnittyy johdekelkka, jonka päälle on kiinnitetty pystyliikkeen johde. Kara, moottori ja voimansiirto seuraavat pystyliikkeen mukana. Rakenteen eri osat on myös nimetty liitteessä 2.



Kuva 5. Laite kiinnitettynä porakoneen pöytään koekäytön yhteydessä.

4.2 Runko

4.2.1 Runkopalkki

Koneen runkopalkki on valmistettu jyrsimällä valurautaisesta aihiesta. Valurauta on valittu runkomateriaaliksi sen värinää vaimentavien ominaisuuksien takia. Runkopalkin pintaan on jyrsitty ohjaus johdetta varten, jotta johde asettuisi kunnolla runkoon. Palkin pohjassa kulkee ura, johon syöttöruuvi on asennettu. Runkopalkkiin on myös porattu reikiä, josta se voidaan kiinnittää työkohteeseen.

4.2.2 Pääjohde ja johdekelkka

Pääjohde on Thk:n valmistama kuulajohde. Kuulajohde koostuu itse johteesta ja siihen asettuvasta johdekelkasta. Johdekelkkaan vaikuttava kuormitus siirtyy johteeseen johdekelkan sisällä olevien kuulien kautta. Johde on karkaistua terästä, johon on hiottu urat kuulia varten. Kuulajohteille on ominaista suuri kuormankantokyky sekä välyksetön ja tarkka käynti. Johde on tyypiltään HSR 45. Siinä on neljä hiottua rataa vierintäelimille, joten se voi ottaa kuormitusta vastaan joka suunnalta. Johteesta on lisätieto- ja liitteessä 1.

4.2.3 Syöttöruuvi ja koneisto

Syötön liikeruuvina on trapetsikierreruuvi. Niitä käytetään yleisesti liikkeen tuottamiseen työstökoneissa, venttiilien karoissa ym. laitteissa. Ruuvien nimellishalkaisija on 20 mm ja nousu 4 mm. Ruuvi on laakeroitu runkoon koneistettuihin laakeripesiin. Laakereina toimivat molemmissa päissä urakuulalaakerit, joiden lisäksi toisessa päässä on myös painelaakeripari aksiaalisia voimia varten. Ruuvia pyörittämällä liike siirtyy trapetsimutterin kautta johdekelkkaan. Johdekelkka ja trapetsimutteri on kytketty toisiinsa teräksisellä varrella, joka kulkee rungon sivussa olevan uran läpi. Rakennetta on esitelty tarkemmin kuvassa 6. Syöttöä on mahdollista käyttää käsin vivulla tai porakoneen ja alennusvaihteen avulla, kuten kuvan testissä.



Kuva 6. Laite kuvattuna sivulta. Trapetsiruuvi näkyy rungossa olevasta urasta. Trapet-simutterissa kiinni oleva varsi siirtää liikkeen johdekelkkaan.

4.3 Apurunko

Johdekelkan päälle on kiinnitetty koneistettu teräslevy. Levyyn on jysitty urat kiiloja varten, joiden avulla levyyn voidaan kiinnittää osia nopeasti ja tarkasti. Normaalisti koneen rakenteeseen kuuluva kulmakappale voidaan myös irrottaa, jolloin pystyjohdeen voi kiinnittää suoraan johdekelkan päälle. Tästä voi olla hyötyä joissakin työkohteissa. Kulmakappale on valmistettu teräslevystä hitsaamalla.

4.3.1 Pystyjohde

Pystyjohde on käytetty sorvin apukelkan johde, joka on otettu käytöstä poistetusta sorvista. Se on tyypiltään perinteinen valurautainen lohenpyrstöjohde. Nimi tulee johteen poikkileikkauksen muodosta, joka muistuttaa kalan pyrstöä. Liikeruuvina siinä on trapetsikierreruuvi, joka on laakeroitu johteen runkoon liukulaakerein. Pystyjohdekelkkaa liikutetaan johteen päässä olevaa kahvaa pyörittämällä. Johdetta pystyy myös kallistamaan kiertämällä sitä keskiakselinsa ympäri.

4.3.2 Kara- ja laakerointiyksikkö

Kara- ja laakerointiyksikkö on Sunliken valmistama paketti, jossa on vierintälaakeroitu kara. Karassa on ISO 30-kartio työkalujen kiinnittämistä varten. (Kuva 7.) Standardisoitu työkalun kiinnitys helpottaa työkalun vaihtoa. Kara on kiinnitetty pulteilla pystyjohteeseen kiinnitettyyn teräslevyyn. Levyssä ja karan rungossa on kiilaurat kohdistuskiiloja varten.



Kuva 7. Kara- ja laakerointiyksikkö.

4.4 Hydrauliiikkamoottori

Hydrauliiikkamoottori on geroottorityyppinen moottori. Moottori on kiinnitetty saranakappaleella pystyjohteeseen kiinnitettyyn teräslevyyn. Saranakappale on valmistettu koneistamalla teräksestä. Karan pyörimisnopeutta voidaan säätää hydrauliikkamoottorin avulla portaattomasti.

4.4.1 Hihnakäyttö

Moottori ja kara on yhdistetty toisiinsa hammashihnalla. Hihnan kiristys on toteutettu moottorin- ja karanrunkojen välille asennetulla vanttiruuvilla, jolla voidaan siirtää moottorin paikkaa, ja siten kiristää hihnaa. Hihnapyörien päälle on rakennettu suoja teräslevystä ja verkosta.

4.4.2 Hydrauliikkakoneikko

Hydrauliikkakoneikkona käytettiin testin yhteydessä kuivaussylinterien tasapainotus töissä käytettävää laitetta, mutta käyttöön sopii myös muut koneikot joissa on tarvittavat ominaisuudet.

5 KÄYTTÖ JA TOIMINTA

5.1 Toimintamalli

Laitteen liikeradat toimivat suunnitelman mukaisesti seuraavasti:

- Pääsyöttöliike tapahtuu liikuttamalla pääjohdekelkkaa.
- Asetusliike pystysuunnassa eli lastun paksuus säädetään pystyjohteen avulla.
- Asetusliike sivusuunnassa säädetään liikuttamalla koko laitetta.

5.2 Kiinnitys

Laitteen käyttöön on vaikea laatia seikkaperäisiä ohjeita, koska jokainen työkohte on erilainen joko ympäristöltään tai muilta vaatimuksiltaan. Tärkeää työn suorituksen onnistumisen kannalta on kuitenkin laitteen kunnollinen kiinnitys työkohteeseen. Kiinnityksessä voidaan käyttää kaikkia työkohteeseen soveltuvia keinoja.

Yleisimpiä kiinnitystapoja on työkohteen betoniseen perustukseen poratut kiila- tai liima-ankkurit, joiden avulla laitteen runko kiristetään perustusta vasten. Tätä varten laitteen runkoon on porattu reikiä, joiden läpi pulttien kiristys onnistuu. Apuna voidaan tarvittaessa käyttää tarkoitukseen soveltuvia lestirautoja. Mahdollisuuksien mukaan voidaan kiinnitys tehdä myös hitsaamalla työkohteeseen esim. muototeräksiä, joiden avulla kiinnitys mahdollistuu. Koska laitteen rungon on oltava yhdensuuntainen työstettävän pinnan kanssa, on laitteen asennon oltava tarkasti kohdallaan. Rungon vaaituksessa voidaan käyttää samoja säätölevyjä kuin yleisissä asennuskohteissa. Mittalaitteina vaaituksessa voidaan käyttää vesivaakoja, mittakelloja tms. työhön soveltuvia laitteita. Yleisesti laitteen asennuksessa on otettava huomioon jokaisen työkohteen omat vaatimukset. Laitteen asentajalla onkin oltava riittävän ammattitaito, jotta kaikki vaatimukset tulee huomioitua.

5.3 Laitteen käyttö

Laitteen käyttö aloitetaan kytkemällä hydraulikka toimintakuntoon. Tämä pitää sisälleen hydraulikkaletkujen kiinnittämisen pikaliittimillä moottoriin sekä käynnistämällä hydraulikkakoneikon pumppu. Tämän jälkeen säädetään moottorin pyörimisnopeus sopivaksi valitulle työkalulle. Nopeuden säätö tapahtuu säätämällä öljyn virtausta moottoriin hydraulikkakoneikosta käsin. Itse työstö tapahtuu normaalina tasojyrsintänä. Ensin säädetään työkalu pystyjohteen käyttökahvasta sopivalle asetussyvyydelle, jonka jälkeen suoritetaan työliike liikuttamalla pääjohdekelkkaa. Työliike voidaan suorittaa joko käsikäyttöisesti tai koneellisesti.

Koneellista syöttöä voidaan käyttää, mikäli työstettävä matka on pitkä tai työn suorittaminen vaatii useita lastuamiskertoja. Koneellista syöttöä varten on käsikahvan tilalle asennettava kulmavaihte ja porakone, jotka on muokattu tähän käyttöön. Työkalun vaihto tapahtuu irrottamalla karan läpi kulkeva pultti. Tämän jälkeen kartiovartinen työkalunpidin irtoaa.

5.4 Laitteen koekäyttö

Laitteen koekäyttö suoritettiin yrityksen omissa tiloissa. Kokeen aikana laite oli kiinnitettynä lestiraudoilla säteisporakoneen pöytään. Työkappaleena kokeen aikana käytettiin n.20 mm:n vahvuista rakenneteräksistä levynpalaa. Työkalu oli Sandvik Coromant Ab:n valmistama otsajyrsin. Kyseisessä jyrsimessä on viisi kovametallista teräpalaa, ja sen nimellishalkaisija on 100 mm. Koekäytön aikana laitteella ajettiin muutamia lastuamiskertoja eri työstöarvojen yhdistelmillä. Kokeen aikana käytössä oli koneellinen syöttö, jonka nopeus oli muutettavissa. Näillä koelastuilla pystyi huomioimaan että, lastunpaksuuden ollessa n. 1-1,5 mm, alkoi laitteen rakenteissa syntyä värinää, minkä seurauksena pinnalaatu heikkeni selvästi. Pienemmillä lastunpaksuuksilla pinnanlaatu pysyi riittävän hyvänä eikä värinä muodostunut ongelmaksi.

Sopivaksi lastunpaksuudeksi koetilanteessa havaittiin n. 0.5mm. Suurempiin lastunpaksuuksiin ja korkeampaan värinäherkkyyteen olisi luultavasti päästy hieman erilaisella teräpäällä. Myös lyhyempi terävarsi olisi osaltaan vähentänyt värinää. Tämänkaltaisissa koneissa olisi parasta käyttää teräpäätä, jossa olisi lukumäärältään vähemmän lastuavia teräsarmiä. Myös terän halkaisijalla ja teräpalan geometrialla on suuri vaikutus kuormitukseen ja tätä kautta värinän syntymiseen. Laitteen yleiset ominaisuudet ja

käytettävyys oli hyvää. Liikkeiden hallinta oli helppoa ja syöttöliikkeet toimivat oletetusti. Hydraulinen pyörimisnopeuden säätö on tarkka ja vääntö riittävää myös pienemmillä kierroksilla. Kuvassa 8 on työkalu sekä työkappale.



Kuva 8. Teräslevyn jyrsintää.

6 YHTEENVETO

6.1 Suunnitelmien toteutuminen

Suunnitelmien yleiset vaatimukset toteutuivat melko hyvin. Laitteen perustoiminnot toimivat niin kuin oli suunniteltu. Syöttöliikkeiden hallinta oli vakaata ja välyksetöntä. Hydraulinen pyörimisnopeudensäätö ylitti jopa odotukset. Myös automaattisen syötön vaatimus toteutui. Terän vaihdon osalta on hieman parantamisen varaa. Tällä hetkellä hihnansuojan joutuu poistamaan, jotta teränpitimen pultin saa irrotettua. Turvallisuuden osalta on myös parantamisen varaa; oikeissa työkohteissa hätä-seis-kytkimen pitäisi sijaita lähempänä käyttäjää. Hydrauliikkakoneikossa on hätä-seis-kytkin, mutta se on liian kaukana käyttäjästä.

Rakenteellisesti toteutus täyttää sille asetetut vaatimukset hyvin, lukuun ottamatta joitakin poikkeuksia. Vaatimuksissa ollut fyysinen koko toteutui, laite on suhteellisen kompakti. Painon puolesta suunnittelua voi pitää vielä hyväksyttynä, vaikkakaan laitetta ei pysty yksi henkilö siirtämään paikasta toiseen pelkällä lihasvoimalla. Paino on kuitenkin vielä niissä rajoissa, että laitteen voi siirtää henkilövoimin, mikäli työkohteeseen ei muuten pääse. Laitteen paikalleen kiinnitysmahdollisuudet ovat melko hyvät. Työkohteiden erilaisuuden vuoksi tarvittaisiin kuitenkin huomattavasti enemmän testausta, jotta kiinnitystä voisi kehittää lisää.

Laitteen käyttäminen muuhun kuin tasojyrsintään jäi testaamatta. Uskon kuitenkin sen soveltuvan ainakin urien jyrsintään ja pienien reikien avartamiseen. Laitteen jatkokehitys ja muunneltavuus on helppoa yksinkertaisen rakenteen ansiosta. Helposti purattavissa olevan laitteen eri osakokonaisuuksia voi myös käyttää muissa laitekoonpanoissa.

Koekäytön yhteydessä havaittiin hieman rakenteiden värinää käytettäessä suuria lastunpaksuuksia. Värinä estää suurempien lastunpaksuuksien käytön. Syy värinäherkkyyteen on pääjohteen riittämätön tukevuus. Johde pystyy vastaanottamaan melko suuriakin voimia sekä vääntöä, mutta se ilmeisesti kuitenkin joustaa väännön alla sen verran, että värinää pääsee syntymään. Kaiken kaikkiaan laite on prototyypiksi melko onnistunut. Hätä-seis-kytkimen asennuksen jälkeen sitä voi käyttää tuottavaan työhön.

Lopullisena yhteenvedona voidaan sanoa, että laitteen suunnittelulla ja rakentamisella yritys sai hankittua paljon tietoa, jota muilla tavoin on hyvin vaikea hankkia. Tällä perusteella työtä voi pitää onnistuneena.

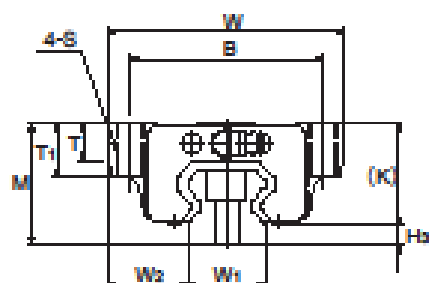
6.2 Laitteen mahdollinen lisäkehitys

Tärkeimpänä lisäkehityksen kohteena näen koneen tukevuuden parantamisen. Tukevuutta voisi parantaa asentamalla pääjohteen rinnalla toisen kuulajohteen ja johdekelkan. Tällä tavoin rakennetta saataisiin jäykistettyä. Toinen muutos voisi olla jonkinlainen johderakenne, joka mahdollistaisi sivuttaisen asetusliikkeen. Tähän voisi käyttää samankaltaista johdetta kuin pystyliikkeessä. Edellä mainittujen muutosten jälkeen laite olisi todella monipuolinen moneenkin työkohteeseen, mutta samalla sen koko ja paino kasvaa ja yksinkertainen rakenne menetetään. Joka tapauksessa mahdollista lisäkehitystä voidaan suunnitella vasta, kun laitetta on tarpeeksi testattu oikeissa olosuhteissa.

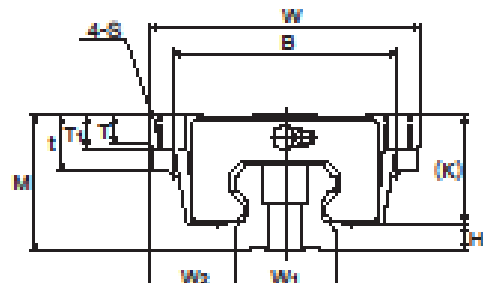
LÄHTEET

1. Suomalainen, M. Haastattelu 10.3.2010 Myllykosken Asennuspalvelu Oy
2. Telatek Oy:n Internet- sivut. Saatavissa: www.telatek.fi [viitattu 15.3.2010]..
3. Kymen teollisuuskoneistus Oy:n Internet- sivut. Saatavissa: www.kytekko.fi [viitattu 15.3.2010].
4. Siira, A. Haastattelu 15.4.2009 Kymen Teollisuuskoneistus Oy
5. Lallukka, M, Haastattelu Myllykosken Asennuspalvelu Oy
6. Aaltonen, K., Andersson, P. Kauppinen, V. 1997. Koneistustekniikat. 1. painos. Porvoo: WSOY.
7. Sandvik Coromant Ab:n Internet- sivut. Saatavissa: www.coromant.sandvik.com [viitattu 15.3.2010].

Models HSR-A and HSR-AM, Models HSR-LA and HSR-LAM



Models HSR15 to 35A/LA/AM/LAM



Models HSR45 to 85A/LA

Model No.	Outer dimensions			LM block dimensions											H _b
	Height	Width	Length	B	C	S	L _i	t	T	T _i	K	N	E	Grease nipple	
HSR 15A HSR 15AM	24	47	56.6	38	30	M5	38.8	—	7	11	19.3	4.3	5.5	P81021B	4.7
HSR 20A HSR 20AM	30	63	74	53	40	M6	50.8	—	9.5	10	26	5	12	B-M6F	4
HSR 20LA HSR 20LAM	30	63	90	53	40	M6	66.8	—	9.5	10	26	5	12	B-M6F	4
HSR 25A HSR 25AM	36	70	83.1	57	45	M8	59.5	—	11	16	30.5	6	12	B-M6F	5.5
HSR 25LA HSR 25LAM	36	70	102.2	57	45	M8	78.6	—	11	16	30.5	6	12	B-M6F	5.5
HSR 30A HSR 30AM	42	90	98	72	52	M10	70.4	—	9	18	35	7	12	B-M6F	7
HSR 30LA HSR 30LAM	42	90	120.6	72	52	M10	93	—	9	18	35	7	12	B-M6F	7
HSR 35A HSR 35AM	48	100	109.4	82	62	M10	80.4	—	12	21	40.5	8	12	B-M6F	7.5
HSR 35LA HSR 35LAM	48	100	134.8	82	62	M10	105.8	—	12	21	40.5	8	12	B-M6F	7.5
HSR 45A HSR 45LA	60	120	139 170.8	100	80	M12	98 129.8	25	13	15	50	10	16	B-PT1/8	10
HSR 55A HSR 55LA	70	140	163 201.1	116	95	M14	118 156.1	29	13.5	17	57	11	16	B-PT1/8	13
HSR 65A HSR 65LA	90	170	186 245.5	142	110	M16	147 206.5	37	21.5	23	76	19	16	B-PT1/8	14
HSR 85A HSR 85LA	110	215	245.6 303	185	140	M20	178.6 236	55	28	30	94	23	16	B-PT1/8	16

Model number coding

HSR25 A 2 QZ UU C0 M +1200L P T M -II

Model
number

Type of
LM block

With QZ
Lubricator

Contamination
protection
accessory
symbol (*1)

Stainless steel
LM block

LM rail length
(in mm)

Stainless steel
LM rail

Symbol for LM rail
(jointed use)

Symbol for
No. of rails used
on the same
plane (*4)

No. of LM blocks
used on the same
rail

Radial clearance symbol (*2)
Normal (No symbol)
Light preload (C1)
Medium preload (C0)

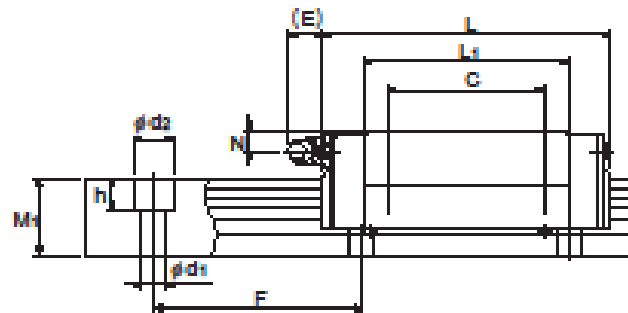
Accuracy symbol (*3)
Normal grade (No Symbol)/High accuracy grade (H)
Precision grade (P)/Super precision grade (SP)
Ultra precision grade (UP)

(*1) See contamination protection accessory on ■1-352. (*2) See ■1-90. (*3) See ■1-95. (*4) See ■1-35.

Note) This model number indicates that a single-rail unit constitutes one set. (i.e., required number of sets when 2 rails are used in parallel is 2 at a minimum.)

Those models equipped with QZ Lubricator cannot have a grease nipple.

S00-SED



LM Guide

Unit: mm

	LM rail dimensions						Basic load rating		Static permissible moment kN·m						Mass	
	Width		Height	Pitch		Length*	C	C ₀	M ₀		M ₀		M ₀		LM block	LM rail
	W ₀ ±0.05	W ₁	H ₁	F	d ₁ ×d ₂ ×h	Max	kN	kN	1 block	Double blocks	1 block	Double blocks	1 block		kg	kg/m
	15	16	15	60	4.5×7.5×5.3	3000 (1240)	8.33	13.5	0.0805	0.457	0.0805	0.457	0.0844		0.2	1.5
	20	21.5	18	60	6×9.5×8.5	3000 (1480)	13.8	23.8	0.19	1.04	0.19	1.04	0.201		0.35	2.3
	20	21.5	18	60	6×9.5×8.5	3000 (1480)	21.3	31.8	0.323	1.66	0.323	1.66	0.27		0.47	2.3
	23	23.5	22	60	7×11×9	3000 (2020)	19.9	34.4	0.307	1.71	0.307	1.71	0.344		0.59	3.3
	23	23.5	22	60	7×11×9	3000 (2020)	27.2	45.9	0.529	2.74	0.529	2.74	0.459		0.75	3.3
	28	31	26	80	9×14×12	3000 (2520)	28	46.8	0.524	2.7	0.524	2.7	0.562		1.1	4.8
	28	31	26	80	9×14×12	3000 (2520)	37.3	62.5	0.889	4.37	0.889	4.37	0.751		1.3	4.8
	34	33	29	80	9×14×12	3000 (2520)	37.3	61.1	0.782	3.93	0.782	3.93	0.905		1.6	6.6
	34	33	29	80	9×14×12	3000 (2520)	50.2	81.5	1.32	6.35	1.32	6.35	1.2		2	6.6
	45	37.5	38	105	14×20×17	3090	60	95.6	1.42	7.92	1.42	7.92	1.83		2.8	
							80.4	127	2.44	12.6	2.44	12.6	2.43		3.3	11
	53	43.5	44	120	16×23×20	3060	88.5	137	2.45	13.2	2.45	13.2	3.2		4.5	
							119	183	4.22	21.3	4.22	21.3	4.28		5.7	15.1
	63	53.5	53	150	18×26×22	3000	141	215	4.8	23.5	4.8	23.5	5.82		8.5	
							192	286	8.72	40.5	8.72	40.5	7.7		10.7	22.5
	85	65	65	180	24×35×28	3000	210	310	8.31	45.6	8.31	45.6	11		17	
							282	412	14.2	72.5	14.2	72.5	14.7		23	35.2

Note) Symbol M indicates that stainless steel is used in the LM block, LM rail and balls. Those models marked with this symbol are therefore highly resistant to corrosion and environment.

The maximum length under "Length*" indicates the standard maximum length of an LM rail. (See ■1-88.)

Static permissible moment*: 1 block: static permissible moment value with 1 LM block

Double blocks: static permissible moment value with 2 blocks closely contacting with each other

